591.11

NOV 21 1898

Ueber die

Messung des Blutdrucks

mit dem Sphygmographen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen medicinischen Facultät

der

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

vorgelegt von

Rudolf Magnus.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät in Heidelberg.

Dekan: Geh.-R. Prof. Dr. Czerny.

Referent: Geh.-R. Prof. Dr. Kühne.

München 1898.

Druck von R. Oldenbourg.

Ueber die

Messung des Blutdrucks

mit dem Sphygmographen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen medicinischen Facultät

der

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

vorgelegt von

Rudolf Magnus.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät in Heidelberg.

Dekan: Geh.-R. Prof. Dr. Czerny.

Referent: Geh.-R. Prof. Dr. Kühne.

München 1898.

Druck von R. Oldenbourg.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

VORWORT.

Die nachstehende Arbeit ist im Sommer 1896 in der »Zeitschrift für Biologie« erschienen. Da die hohe medicinische Facultät zu Heidelberg dieselbe als Inaugural-Dissertation annahm, so wurde ein Neudruck notwendig. Dabei sind Veränderungen nicht vorgenommen worden.

Der Zweck der folgenden Untersuchungen war ein doppelter:

Erstens den alten Gegensatz zwischen kymographischer und sphygmographischer Methode, zu dessen Tilgung durch die unten citirte Hirschmann'sche Publication bereits ein wesentlicher Schritt gemacht worden war, jetzt vollends dadurch ganz zu verwischen, dass mit einem Sphygmographen wirklich messende Versuche über Blutdruckschwankungen ausgeführt wurden.

Zweitens aber eine Methode zu finden, die zur Controle der Resultate anderer, besonders der elastischen Blutwellenzeichner dienen kann, und die deshalb von deren wirklichen und vermeintlichen Fehlern frei ist.

Ich habe dem Wiederabdruck noch hinzuzusetzen, dass ich durch Herrn Professor Hürthle Aichungen seiner Manometer erhalten habe, bei denen die Ausschläge fast ganz genau proportional dem Druckzuwachs erfolgt sind. Der Grund, weshalb von uns abweichende Ergebnisse erhalten wurden, scheint in

einer schlechten Beschaffenheit der benutzten Gummimembran zu liegen, die einige Zeit gelegen hatte. Auch von andrer Seite ist die Erfahrung gemacht, dass die Resultate bei Versuchen mit Hürthle's Gummimanometer sich sofort besserten, als frischer Gummi vom Fabrikanten bezogen war. Es ist demnach das Resultat der Vergleichung des Hürthle'schen Tonometers und unseres Sphygmographen dahin zu rectificiren, dass durch die Versuche eine vollständige Bestätigung der Angaben des Gummimanometers erzielt wurde.

Heidelberg, im Januar 1898.

Ueber die Messung des Blutdrucks mit dem Sphygmographen.

Von

Rudolf Magnus.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Heidelberg.)

(Mit einer Tafel.)

Die jetzt allgemein gültige Form von Blutwellenzeichnern ist die des elastischen Manometers, wie solche mit Luftübertragung von Marey, Fick[1]), v. Frey[2]) u. a., solche mit Flüssigkeitsübertragung neuerdings von Hürthle[3]), Gad und Cowl[4]) angegeben sind. Das Princip dieser Apparate besteht darin, dass die Bewegungen des Blutes durch das vermittelnde Medium (Luft oder Flüssigkeit) auf einen elastischen Körper (Gummimembran, Feder) und von diesem auf den Schreibhebel übertragen werden. Der lange Weg und die verschiedenen übertragenden Mittel, welche die wiederzugebende Welle passiren muss, bedingen eine Anzahl von Fehlern und Entstellungen der Curve. Besonders über die Vortheile und Nachtheile von Luft- und Flüssigkeitsübertragung hat in jüngster Zeit ein lebhafter Meinungsaustausch stattgefunden. Die Nachtheile der Luftmanometer sind von

1) Pflüger's Archiv Bd. 30 S. 597.
2) Archiv für Anat. u. Physiol. 1890, S. 31.
3) Pflüger's Archiv Bd. 43 S. 399.
4) Archiv für Anat. u. Physiol. 1890, S. 564.

Hürthle[1]) eingehend nachgewiesen, während andrerseits durch v. Frey[2]) das Verfahren der Flüssigkeitsübertragung der Ungenauigkeit geziehen worden ist.

Es erschien desshalb wünschenswerth, eine Methode zu besitzen, die dieses übertragende Medium ganz vermeidet, daher von den durch dasselbe bedingten Fehlern frei ist und in Folge dessen zur Prüfung jener Instrumente benutzt werden kann. Wenn man nun die elastische Membran und die Luft- oder Flüssigkeitssäule ausschaltet, statt ihrer die mit Blut gefüllte Arterie benutzt und die Bewegungen ihrer Wand direct mit dem Schreibhebel registrirt: mit anderen Worten, wenn man den Blutdruck durch den Sphygmographen aufzeichnen lässt, so hat man ein einfaches Verfahren, das diese Bedingungen erfüllt.

Diesem Zwecke dient der im Nachstehenden beschriebene Apparat. Seine Anwendung geschieht so, dass man von der freipräparirten Arterie — wir benutzten meist die Carotis des Hundes — ein Sphygmogramm aufnimmt, darauf den Druck Null in derselben herstellt, die Abscisse zeichnet und schliesslich die Arterie durch eine vorher eingeführte Canüle mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung setzt, worauf man den Apparat für die einzelnen Drucke von 0 bis ca. 200—300 mm Hg genau so auswerthet, wie einen Hürthle'schen oder Gad'schen Wellenzeichner.

Den Druck Null in der Arterie stellt man in der Weise her, dass man das zum Versuche dienende Stück derselben durch Zuklemmen von der Circulation ausschaltet und nun entweder durch Oeffnen einer vorher eingeführten Canüle das Lumen mit der umgebenden Luft in Verbindung setzt, oder, wenn man die Canüle schon vorher mit dem Aichungsmanometer verbunden hat, in diesem den Nulldruck erzeugt. Zur Auswerthung benutzten wir das von Hürthle[3]) angegebene Quecksilbermanometer.

---

1) Pflüger's Archiv Bd. 53 S. 281 und Bd. 55 S. 319.
2) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1890. S. 31 und 1893, S. 1 u. 17.
3) Pflüger's Archiv Bd. 43 S. 421.

Hieraus ergeben sich die folgenden Versuchsanordnungen:

1. (Fig. 1.) Will man nur die pulsatorischen Druckschwankungen ohne ihre absoluten Werthe verzeichnen, so lässt man den Apparat (*Sph.*) einfach von der freipräparirten Carotis aus direct seine Bewegungen am Kymographion registriren.

2. (Fig. 2.) Wenn man den Blutdruck bei geschlossener Carotis, also den Seitendruck in der Aorta bestimmen will, so führt man eine endständige geschlossene Canüle (*K*) in die Carotis communis, zeichnet die Curve, klemmt dann herzwärts vom Sphygmographen (bei x) das Blutgefäss zu, öffnet die Canüle und kann dann die Abscisse zeichnen und aichen.

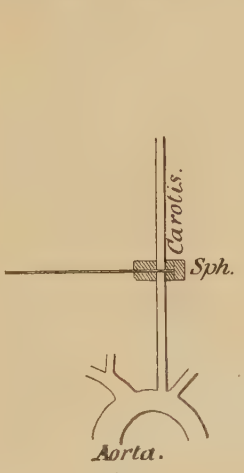


Fig. 1.

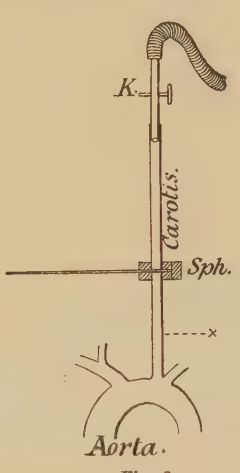


Fig. 2.

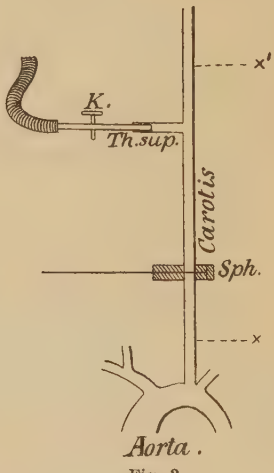


Fig. 3.

3. (Fig. 3.) Um bei offener Carotis den Seitendruck dieses Gefässes zu messen, ist es zweckmässig, keine T-Canüle anzuwenden, sondern lieber in einen abgehenden Ast eine endständige Canüle einzuführen, um die sonst leicht entstehenden Gerinnungen zu vermeiden. Zu diesem Zwecke benutzt man am besten die Art. thyreoidea superior (*Th. sup.*), die beim Hunde ein ziemlich starkes Gefäss darstellt, während die Carotis interna nur schwach ist. Die Präparation des Gefässes, das dicht am oberen Schilddrüsenrand abzweigt, und die Einführung der Canüle bieten gar keine Schwierigkeiten. Man zeichnet bei offner Carotis und geschlossener Canüle die Curve, klemmt dann central vom

Apparat (bei x) und peripher vom Abgang der Thyreoidea (bei x') zu, öffnet die Canüle, zeichnet die Abscisse und aicht.

Der Apparat (Fig. 4) [1]) setzt sich aus folgenden Theilen zusammen:

1. Die Unterlage der Arterie, die um *A* drehbar ist und durch die Feder *B* gegen die Schraube *C* gedrückt wird. Das Blutgefäss, das in der Figur durch ein Stückchen Gummischlauch angedeutet wird, ruht in einer Rinne auf der Elfenbeinplatte *D*, welche sich bei Verstellen der Schraube hebt oder senkt.[2])

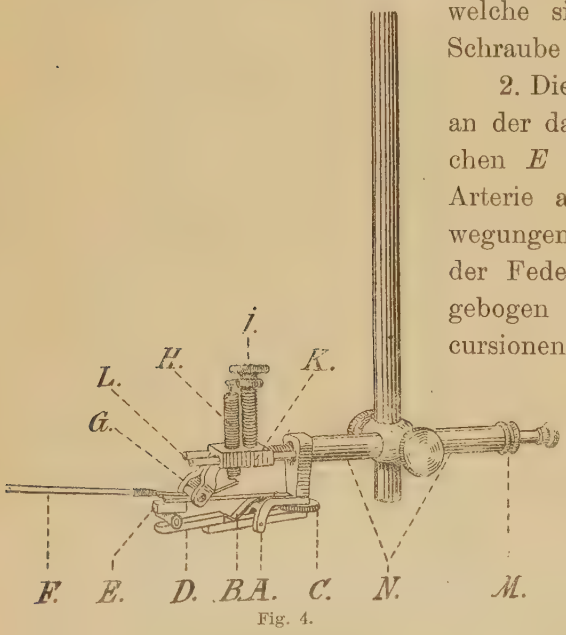


Fig. 4.

2. Die Sphygmographenfeder, an der das kleine Elfenbeinwärzchen *E* befestigt ist, das der Arterie aufliegt und deren Bewegungen mitmacht. Das Ende der Feder ist nach oben umgebogen und überträgt die Excursionen auf den Schreibhebel *F*.

3. Die Schreibvorrichtung: Der Schreibhebel *F* ist 140 mm lang und ist, um zwei feine Spitzen drehbar, in der Gabel *G* aufgehängt. Er ist über den Drehpunkt hinaus verlängert und sein Ende wird durch den Zug der Spirale *H* nach oben gezogen, der Schreibhebel also dauernd gegen die Sphygmographenfeder gedrückt. Der Aufhängungspunkt der Spirale ist durch die Schraube *J*, die sich an ihrer Axe auf und nieder bewegen lässt, verschieblich, so dass man die Spirale stark oder schwach spannen kann.[3]) Die Gabel *F* und die Axe der Schraube *J* sind an der Stützplatte *K* befestigt.

1) Verfertigt von Fr. Runne, Heidelberg.
2) In der Figur 4 gesenkt.
3) In der Figur 4 starke Spannung.

4. Diese ganze sub 3 geschilderte Schreibvorrichtung lässt sich an den Zapfen *L* horizontal verschieben, was durch Drehen der Schraube *M* bewirkt wird (durch Vermittlung eines Stabes, der an der Stützplatte *K* der Schreibvorrichtung befestigt ist und durch den hohlen Träger *N* des Apparates hindurchgeht). Dadurch wird der Angriffspunkt der Sphygmographenfeder am Schreibhebel und damit die Hebelvergrösserung geändert.

Es ist also an diesem Apparat veränderlich:

1. Die Hebelvergrösserung durch Schraube *M*.
2. Die Kraft, mit der der Schreibhebel gegen die Sphygmographenfeder gedrückt wird durch Schraube *J*.
3. Die Unterlage der Arterie durch Schraube *C*.

Es empfiehlt sich, das Instrument so anzulegen, dass die Arterie möglichst in ihrer natürlichen Lage bleibt und nicht etwa gedehnt oder herausgezerrt wird, weil sich dadurch ihre Elasticität ändert und es möglich wäre, dass das Gefäss wie eine gedehnte Saite als Ganzes schwingen könnte. Vor dem Austrocknen und Starrwerden der Wand bewahrt man die Arterie durch öfteres Befeuchten mit physiologischer Kochsalzlösung.

Das, was der Apparat verzeichnet, sind nicht die reinen Bewegungen der Arterienwand. Diese wird vielmehr durch den Druck der Sphygmographenfeder entspannt, so dass es der Blutdruck ist, der der Feder das Gleichgewicht hält. Es wird also der Blutdruck registrirt. Die Bewegungen der Arterienwand sind viel zu wenig ausgiebig, als dass sie zum Pulszeichnen benutzt werden könnten.[1]) Der Grad der Entspannung wird durch Anziehen der Spirale *H* regulirt. Dadurch wird gleichzeitig der Apparat gedämpft. Will man letzteres vermeiden, so braucht man nur die Unterlage *D* der Arterie zu heben, um diese stärker gegen die Sphygmographenfeder zu drücken.

Schon im Jahre 1880 hat Talma[2]) ein »Tonometer« angegeben, das sphygmographisch von der freigelegten Arterie aus

1) Vgl. Talma, Pflüger's Archiv Bd. 23. S. 224 und Hirschmann, ibid. Bd. 56 S. 406.

2) a. a. O.

schrieb. Bei diesem Instrumente wurde zum Zwecke der Auswerthung ein- für allemal der Druck in Gramm bestimmt, den die Sphygmographenfeder bei einer bestimmten Verbiegung ausübte und daraus durch Rechnung der Druck ermittelt. — Dass in der That ein von der freigelegten Arterie gewonnenes Sphygmogramm den Verlauf des Blutdrucks richtig wiedergibt, war schon von Rollet[1]) vermuthet und wurde neuerdings durch Versuche, die auf Hürthle's Veranlassung von Hirschmann[2]) angestellt wurden, bestätigt.

Was die Leistungen unseres Apparates anbetrifft, so liefert derselbe wohlcharakterisirte Curven. An denselben vermisst man Bogen- und Wellenlinien; vielmehr findet man meist scharfe Ecken und gerade Linien. Dieses spricht für die Treue der Wiedergabe. Denn es können wohl durch einen Sphygmographen Bewegungen in der Form von eckigen geraden Linien als bogenförmige Curven aufgezeichnet werden, nie aber umgekehrt, bogenförmige Bewegungen in eckige verwandelt werden. Curven mit solchen Wellenlinien, wie sie Hürthle (Pflüger's Archiv Bd. 47 Taf. III) abbildet[3]), wie sie auf Taf. III Fig. 10a und b oben zu sehen sind und wie sie auch der Gad'sche Wellenzeichner liefert, haben wir niemals erhalten.

Die Form der Curven ist eine ziemlich constante. Für den Hund ist diese aus Taf. III ersichtlich. Auf eine primäre Welle von meist steilerem Anstieg und langsamerem Abfall setzen sich verschiedene Erhebungen auf. Die erste ist eine rasch ansteigende und rasch wieder absinkende spitzige Zacke. Darauf folgt ein Plateau, das aber meist nicht einfach ist, sondern mehrere Erhebungen erkennen lässt, von denen die Zacke am Anfang gewöhnlich am ausgesprochensten ist. Dass diese letztere nicht

1) Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. 4 H. 1 S. 298.

2) a. a. O.

3) Herr Professor Hürthle hatte die Freundlichkeit, mir mitzutheilen, dass er selbst diese Curven nicht für richtig, sondern deshalb entstellt ansieht, weil das Manometer bei diesen Versuchen nicht gedämpft war. Uebrigens bildet auch Hürthle Curven ab, die mit den unserigen übereinstimmen. Vergl. Pflüger's Archiv Bd. IL, Tafel III Fig. 11a und Tafel VI Fig. 24a und 25. — Vgl. auch diese Arbeit Tafel III Fig 13 oben.

die Folge einer Nachschwingung von der ersten secundären Welle her sein kann[1]), sieht man aus den Curven Taf. III. Fig. 6. Dort ist zwischen die beiden Erhebungen noch eine kleinere Zacke eingeschaltet, die bald ansteigenden, bald aber horizontalen Verlauf hat und sich auch auf anderen Curven wiederfindet. Obwohl diese die Continuität der Schwingung unterbricht, findet sich doch die Zacke am Anfang des Plateaus. — Auf letzteres folgt eine Senkung und dann eine oder zwei sogenannte diastolische Wellen. Der darauf folgende Abfall ist, wie bei den Hürthle'schen Curven, wellenfrei.

Die Curven sind bald anakrot, bald katakrot; und zwar kann die höchste Erhebung vom ersten steilen Anstieg (Fig. 3) bis zum Ende des Plateaus, kurz vor der diastolischen Welle, fallen. (Fig. 1 u. 9.)

Die einzelnen Pulse sind im Vergleich zum mittleren Blutdruck sehr hoch, noch höher als die von Hürthle veröffentlichten. So beträgt z. B. bei den Curven der Fig. 1 der mittlere Blutdruck 187 mm Hg, die Höhe eines einzelnen Pulses 80 mm Hg. Beide verhalten sich also wie 1 : 2,3. Es kommt gar nicht so selten vor, dass die pulsatorische Druckschwankung einen grösseren Betrag hat als das Druckminimum. In Fig. 6 ist letzteres 69 mm Hg, während die Pulshöhe, gemessen bis zur 2 (!) secundären Erhebung, schon 81 mm Hg beträgt.

Dass auch grössere Druckschwankungen gut wiedergegeben werden, sieht man aus Fig. 7, wo eine Vagusreizung registrirt ist.

Die Aichung der Arterie (Fig. 2, 11, 12) zeigt, dass die Excursionen nahezu proportional dem Druck erfolgen. Infolge dessen geben auch die Curven unmittelbar ein richtiges Bild von dem Verhältniss von Puls- und Druckhöhe. Diese verhalten sich auf Fig. 1 wie 1 : 2,3 im mm Hg, während die Ausmessung mit dem Millimetermaass das Verhältniss 1 : 2,6 ergibt. Gerade

1) Bayliss u. Starling (Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Physiol. 1894, S. 431) begründen dasselbe damit, dass die zweite Zacke oft höher als die erste ist, dass die Zacken eine andere Periode haben, als die Periode der Eigenschwingungen ihres Instrumentes, und dass der Abstand zwischen ihrer 1. und 2. Zacke kleiner ist, als der zwischen der 2. und 3. — Uebrigens stimmen die von uns gewonnenen Curven gut mit den von B. u. St. gewonnenen überein.

dieses Verhalten ist der Hauptgrund, weshalb ich mir die Methode zu veröffentlichen erlaube. Denn die elastischen Manometer mit Flüssigkeitsübertragung entstellen jenes Verhältniss meist so, dass man ohne genaue Ausmessung sich durch die Anschauung kein Bild von den Beziehungen zwischen Pulshöhe und Blutdruck machen kann.[1])

Nur auf eines ist noch bei der Ausführung der Aichung zu achten. Der Schreibhebel wird durch den Zug der Feder *H* (Fig. 4 im Text), der durch die Schraube *J* veränderlich ist, mit einer gewissen Kraft gegen die Sphygmographenfeder resp. die Arterienwand gedrückt. Arbeitet man mit geringster Federspannung, so ist diese Kraft meist so gering, dass auch schon bei niederen Werthen (10 mm Hg) ein Ausschlag erfolgt (siehe Aichung Fig. 11). Wendet man aber mittlere oder starke Federspannung an, so wächst die Kraft, und die Arterie verhält sich, als wenn sie belastet wäre. Deshalb kann erst dann ein Ausschlag des Schreibhebels erfolgen, wenn der Druck im Blutgefäss so hoch geworden ist, dass er die Belastung überwinden kann. So kommt es, dass bei dieser Art der Anwendung des Apparates die Abscisse nicht dem Nulldruck, sondern einem höheren Werthe entspricht, dem Werthe, bei dem während der Aichung zuerst ein Ausschlag erfolgt. In der Aichung Fig. 12, die bei stärkster Federspannung aufgenommen ist, entspricht so die unterste Linie einem Druck von 105 mm Hg.

Die gerinnungshemmende Flüssigkeit — 25 % Magnesiumsulfatlösung (Hürthle) — übt keinen schädigenden Einfluss auf die Elasticität des Arterienrohres aus. Um dieses festzustellen, wurden herausgeschnittene Carotiden in den Sphygmographen eingespannt und auf ihre Aichungswerthe untersucht, während sie 1. mit Kochsalzlösung von Körpertemperatur; 2 mit Kochsalzlösung von Zimmertemperatur; 3. mit Magnesiumsulfatlösung gefüllt waren. Dabei ergab sich, dass nur die Füllung mit er-

1) Mit Hürthle's und Gad's Wellenzeichnern haben wir niemals so günstige Proportionen bekommen. So erhielten wir mit Hürthle's Manometer Werthe wie 6,1 : 1 statt 4,2 : 1 und 4,7 : 1 statt 3,0 : 1; mit Gad's Apparat 5 : 1 statt 2 : 1 und 8,5 : 1 statt 2,6 : 1.

wärmter Kochsalzlösung unsichere und inconstante Werthe ergab[1]), während sowohl Kochsalzlösung von Zimmertemperatur (Fig. 12) als Magnesiumsulfatlösung (Fig. 11) gute und constante Aichung erlaubte.

Um die Eigenschwingungen des Apparates zu prüfen, wurden folgende Versuche gemacht: Es wurde anstatt der elastischen Sphygmographenfeder ein starrer, um feine Spitzen sehr leicht beweglicher Bügel zur Befestigung des Elfenbeinwärzchens *E* verwendet. Dabei wurde festgestellt, dass jedenfalls die Feder nicht im Nachtheil ist; eher sind die mit ihr gewonnenen Curven noch präciser und eckiger, während die Bügelcurven eine Neigung zu runden Contouren erkennen lassen (Fig. 4 und 9). — Der Einfluss des Hebels wurde dadurch bestimmt, dass mit wechselnder Vergrösserung, d. h. wechselnder Länge des Hebels geschrieben wurde, ohne dass sich dabei die chafakteristische Form eines Pulses wesentlich änderte.

Dämpft man den Apparat mittels Anziehens der Spirale *H*, so treten genau dieselben Erhebungen wie bei schwacher Spannung derselben auf. Nur sieht man, dass die Fähigkeit des Apparates sich rasch einzustellen, bei stärkster Dämpfung gelitten hat, und dass deshalb die Gestalt der Pulslinie eine mehr verwischte und abgerundete wird (Fig. 5 untere Reihe). Wir haben deshalb meist mit schwächster Federspannung gearbeitet und nur bei sehr grossen Hunden mit dicken Blutgefässen stärkere angewendet. Immerhin ist es von Vortheil, die Möglichkeit zu besitzen, durch zeitweiliges Dämpfen die Angaben des Sphygmographen controliren zu können.

Ich bin auf den Einwand gefasst, der ja allen ähnlichen Instrumenten nicht erspart blieb, dass die so deutlich ausgesprochenen Zacken am Anfang jedes Pulses nicht von der Blutbewegung herrühren könnten, sondern vielmehr der Ausdruck seien von Schleuderbewegungen, die der Schreibhebel ausführe. Ja, Hoor-

1) Vermuthlich, weil bei der höheren Temperatur die Erregbarkeit der glatten Gefässmuskulatur steigt und sich in Folge dessen der Tonus der Arterienwand während des Versuches leichter ändert. Da die glatten Muskeln sich bei höherer Temperatur dehnen, so war eine gleichmässige Erschlaffung des Arterienrohres erwartet worden, die sich jedoch durchaus nicht constant fand.

weg[1]) hat sogar ausgesprochen, dass die wahre Gestalt (Fig. 5) der Pulscurve die sei, wo eine solche Erhebung (*l n m*) vollkommen fehle und der Anstieg direct in das Plateau übergehe.

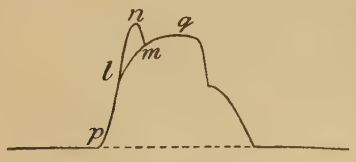


Fig. 5.
(Nach Hoorweg.)

Dem gegenüber möchte ich darauf hinweisen, dass der Schreibhebel nicht die einzige bewegte träge Masse ist und einer andern gegenüber, falls er nur leicht genug ist, wenig in Betracht kommt, nämlich dem bewegten Blute selbst. Durch jede Systole wird erstens im Gefässsystem eine Welle erzeugt, zweitens aber die Blutsäule im Arterienrohr durch den plötzlichen Stoss in eine vorwärts strömende Bewegung versetzt, welche, da das Blut ein schwerer Körper ist, eine Schleuderwirkung hervorruft, als deren Ausdruck ich die erste steile Zacke (*l n m*) betrachte. Ich glaube nicht, dass es gelingen wird, durch Verminderung der trägen Masse des Schreibhebels je dieselbe zu beseitigen, weil sie nicht von ihm, sondern vom bewegten Blute selbst herrührt.

Zeigt doch auch Landois' »haemautographische Curve«[2]), die das aus dem angeschnittenen Arterienrohr ausspritzende Blut selbst auf einer vorbeigezogenen Tafel verzeichnet, ohne dass ein Schreibhebel benutzt würde, eine stark ausgeprägte erste Zacke.

Die Neigung der Curven, bei peripher geschlossener Arterie eine sehr stark ausgeprägte erste Zacke und katakroten Charakter zu zeigen, während sie bei offner wegsamer Carotis mehr zum anakroten Typus neigen, beruht offenbar darauf, dass bei ersterer Anordnung das systolisch in das Blutgefäss einströmende Blut, das durch den Verschluss in seiner Bewegung gehemmt wird, eine Stosswirkung auf die Arterienwand ausübt, die natürlich bei freiem Wege geringer ist.

Um die Leistungen unseres Apparates mit denen der bis jetzt benutzten vergleichen zu können und um gleichzeitig festzustellen, in wieweit die Ausschaltung des übertragenden Mediums

1) Pflüger's Archiv, Bd. 46 S. 157 u. 175.
2) Landois, Lehrbuch der Physiologie, 1893, S. 130.

eines elastischen Manometers wirklich von Vortheil sei, wurde er mit dem am besten beschriebenen und in seinen Leistungen am eingehendsten discutirten, dem Hürthle'schen (Gummi)-manometer in Concurrenz gebracht. Es wurde mit beiden Einrichtungen von je einer Carotis desselben Thieres aus gleichzeitig Curven geschrieben. Fig. 10 *a* und *b*, die vom Kaninchen gewonnen wurden, zeigen von unserem Apparate (unten) wohlcharakterisirte Curven von der oben beschriebenen Form, während das Hürthle'sche Manometer (oben) Schwingungen in Form der Sinuscurve, die ausserdem verspätet eintreffen, verzeichnete. Es ist oben schon bemerkt worden, dass sich solche Curven auch in den Hürthle'schen Abhandlungen abgebildet finden, und weshalb sie als entstellt anzusehen sind. Bei einem zweiten gleichen Versuche jedoch, der am Hunde angestellt wurde, ergaben sich von beiden Wellenzeichnern genau übereinstimmende Curven (Fig. 13). Sowohl der zeitliche Verlauf als alle Einzelheiten decken sich fast vollständig. Nur wenn man sehr genau vergleicht, sieht man, dass die Flüssigkeits-Manometer-Curven, besonders am Plateau, abgerundetere Formen zeigen, als die Sphygmographen-Curven. Wohlgemerkt haben die vom Hürthle'schen Apparate gezeichneten Curven hier dieselbe Form, wie sie oben als charakteristisch beschrieben wurde; so dass also dieser Versuch jedenfalls für die Treue unseres Instrumentes spricht.

In Vorstehendem glaube ich gezeigt zu haben, dass die angegebene Methode der Messung des Blutdrucks mit dem Sphygmographen als eine brauchbare anzusehen ist, und dass der beschriebene Apparat den an ihn gestellten Anforderungen entspricht.

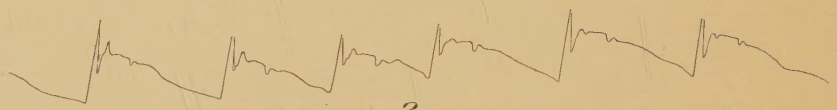
Ich möchte nicht schliessen, ohne meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrath W. Kühne, für die Anregung zu dieser Arbeit und die vielfache Unterstützung, die er mir zu Theil werden liess, sowie Herrn Dr. Kaiser für die freundliche Hülfe bei der Ausführung der Experimente meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hund. Morphiumnarcose. Carotis peripher abgeklemmt (s. Fig. 2 im Text). Curven und Abscisse.
Fig 2. Aichung zu Fig. 1 von 0—310 mm Hg in Abständen von 10 mm Hg.
Fig. 3. Hund. Morphiumnarcose. Carotis abgeklemmt (s. Fig. 2).
Fig. 4. Do. Sphygmograph mit Bügel (s. S. 186) statt der Sphygmographenfeder armirt. Schneller Gang des Kymographions.
Fig. 5. Hund. Morphiumnarcose Carotis abgeklemmt. Obere Reihe: schwache Spannung der Spirale *H* (s. Fig. 4 im Text). Mittlere Reihe: mittlere Spannung. Untere Reihe: starke Spannung.
Fig. 6. Hund. Morphiumnarcose. Carotis abgeklemmt.
Fig. 7. Do. Künstliche Athmung, Curare, Durchschneidung beider Vagi. Vagusreiz.
Fig. 8. Hund. Morphiumnarcose. Carotis offen (s. F. 1). Schwache Hebel. vergrösserung.
Fig. 9. Do. Starke Hebelvergrösserung. Sphygmograph mit Bügel (s. S. 186), armirt.
Fig. 10a und b. Kaninchen Präparation beider Carotiden. Von der linken schrieb unser Sphygmograph, von der rechten Hürthle's Gummimanometer. Verzeichnung der Curven beider Apparate übereinander: unten der Sphygmograph, oben der H.'sche Apparat.
Fig. 11. Hundecarotis herausgeschnitten, in den Sphygmographen eingespannt, durch eine Canüle mit dem Aichungsmanometer verbunden und mit Magnesiumsulfatlösung (25%) gefüllt. Schwache Spannung der Spirale *H* (Fig. 4). Aichung 0—150 mm Hg.
Fig. 12. Do. Füllung mit physiologischer Kochsalzlösung, starke Spannung der Spirale *H*. Aichung 105—280 mm Hg.
Fig. 13. Hund. Morphiumnarcose. Anordnung wie bei Fig. 10. In der oberen Reihe die mit Hürthle's Manometer, in der unteren die mit unserm Apparate gewonnenen Curven.

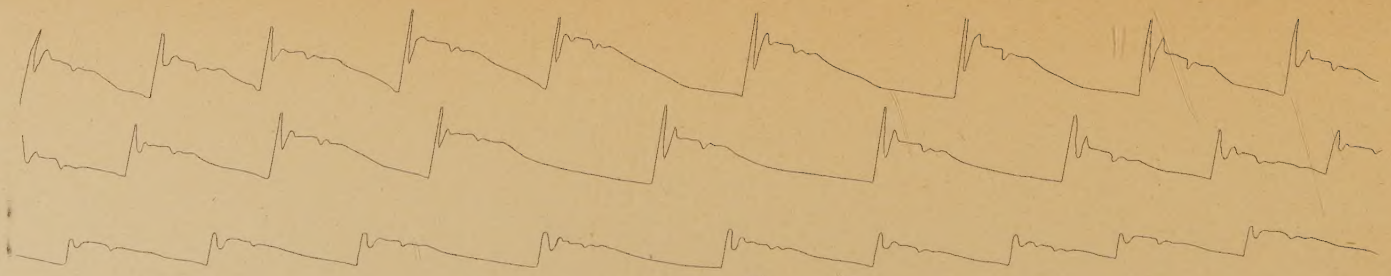
1.

2.



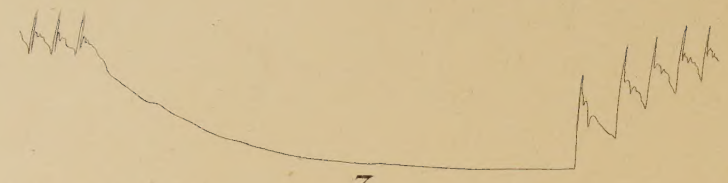
3.

4.

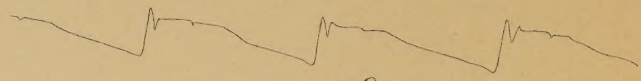


5.

6.

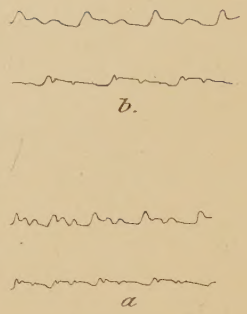


7.

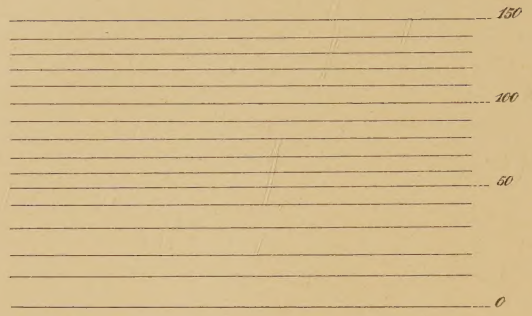


8.

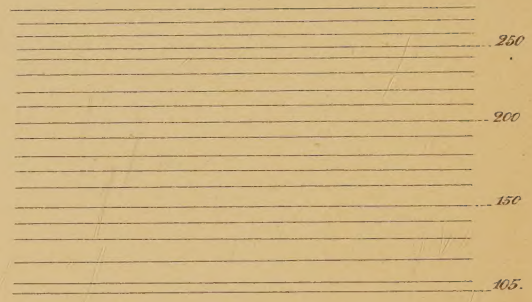
9.



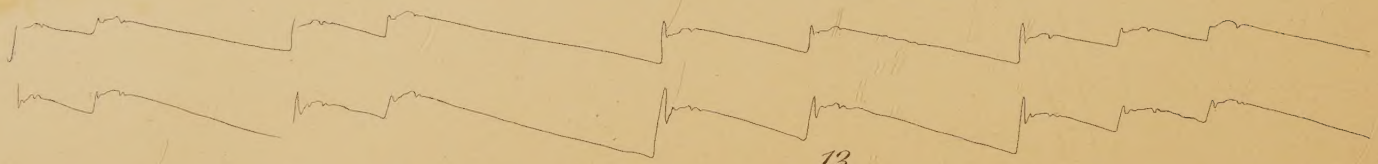
10.



11.



12.



13.

München u. Leipzig
Verlag von R. Oldenbourg.

C. Krapf, lith